

IV-71 コンクリートの凍結抵抗性におよぼす凍結融解条件の影響に関する 2. 3 の結果について

電力中央研究所 正員 永倉 正
岡 沢 孝 雄

コンクリートの凍結抵抗性に関する基礎的研究のうち、配合とか養生などのコンクリートの品質自体の影響については既に報告してある。しかしコンクリートの凍結抵抗性の問題、特に実験室試験と現場構造物の凍害との関連性を追究し、あるいは凍結抵抗性のための適切な試験方法を導き、また種々の方法によって与えられている各種試験結果を評価する観点からは、コンクリートに作用する気象条件、すなわち凍結温度、凍結融解くり返し作用の程度、などの凍結融解条件による影響を明らかにすることが必要である。これらの目的から行なった実験のうち、(1)コンクリートの凍結温度ならびに速度の影響、(2)凍結融解サイクル中における養生の影響、についての結果を報告する。

凍結温度ならびに速度がコンクリートの凍結抵抗性におよぼす影響

実験に用いたコンクリートは、従来からこの種研究に用いている配合、すなわち水セメント比 0.50、粗骨材最大寸法 25 mm、スランプ約 8 cm、空気量約 5% で、材料はアサノ普通ポルトランドセメント、多摩川産粗骨材、相模川産細骨材、混和剤にビンゾールレジンをを用いた。また凍結抵抗性は共振法によって測定し、相対弾性係数 ($P = \frac{E_2}{E_0}$) によって表現した。

図-1の結果は凍結温度を-5、-18、-30℃に、凍結時間を2、5、12時間にそれぞれ変化させた場合の結果であり、図-2は凍結作用が終つて融解作用開始後の時間経過による測定値の変化を示したものである。また図-3は凍結温度を変化させて300サイクルくり返した場合の試験結果である。これらの結果から、凍結抵抗性は凍結温度の如何に拘わらず凍結時間によって大きな影響をうけないこと、凍結温度の影響は傾向としては温度の低い程劣った結果を示しているが-18℃と-30℃との間に大きな相異はなく、むしろ同程度と判断できること、-5℃程度では劣化は小さいこと、融解時間経過によって測定値は変化し、その長い程回復現象によって増加すること、などが認められた。凍結融解試験は、その試験条件、とくにサイクルの温度、速度によって結果が異なると考えられているが、現在までの実験からは、その結果の相異は、凍結温度を-15~-30℃程度による場合にはサイクルの凍結時間、温度には大きな関係はなく、サイクルのうちの融解時間によって大きく支配されると判断できるようである。

凍結融解サイクル中における養生の影響

従来、試験結果の相対的な相異を明らかにするため、

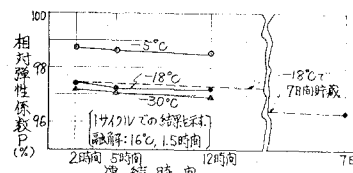


図-1 凍結温度、凍結時間の相異が測定値におよぼす影響

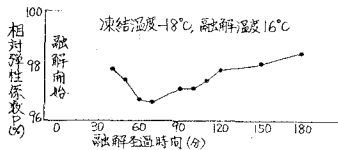


図-2 凍結終了後の融解経過時間による測定値におよぼす影響

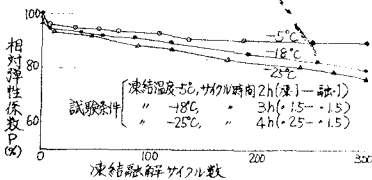


図-3 凍結融解試験結果におよぼす凍結温度の影響

また試験結果を短期間に得る必要性から急速凍結融解試験方法が多く採用されている。従って実際の気象条件とは全く異なつた、極めて厳しい条件での試験となつている。構造物がうける凍結融解作用はこれを大別すれば、連続したサイクルとみなされる冬期間と、一種の養生と考えられる凍結期以外の期間との組合せである。前者については、凍結融解サイクルの程度は千差万別であり、その影響については前項において論じた。この項は後者について、実際構造物の抵抗性との関連性を追究する目的から、サイクルの間に養生期間を与えた場合の影響を実験的に明らかにしようとしたものである。用いたコンクリートは前項と同じ条件のものである。

図-4の結果は材令14, 28, 91日でそれぞれ凍結融解8および32サイクルを与えたのち、21°C水中養生した場合の測定値の増進を示した。いずれの場合も水中養生することによって、凍結融解をうけないコンクリートに接近するが、比較的短い材令で凍結融解をうけたもの程回復は大きく、長期材令のもの程小さい。またサイクル数を多くくり返したものはその回復は小さい。従来長期材令を経過したのちに凍結融解試験を行なつた場合の結果が必ずしも良くないのは、融解作用中の回復能力に劣ることに原因のあることが上記結果から推測される。

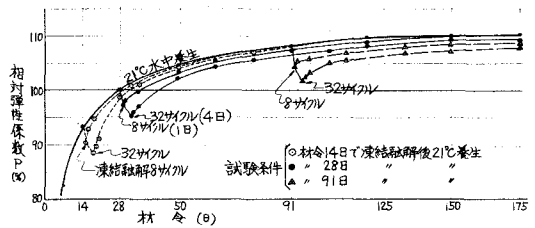


図-4 凍結融解作用を受けたのちの養生による測定値の増加

図-5の結果は凍結融解の連続サイクルと水中養生をくり返した場合の結果である。B-B'は8サイクル・14日養生、C-C'は32サイクル・14日養生であり、B', C'線は各サイクル直後のまたB, C線は各養生期間終了後の測定値である。B, Cの比較から明らかなように、いずれも水中養生中にかなり回復すること。この回復の程度はくり返し回数の増加するに従つて減少してゆく傾向にあること、凍結融解サイクル数の多い(4)程測定値の低下が大きいこと、などを知ることができる。図に同時に示してあるAは凍結融解をうけない場合、Dは300サイクルを連続した場合の結果である。もしDの場合の試験条件が最も厳しい場合と考えるならば、凍結融解サイクル条件の如何にかかわらず、またサイクル途中の養生期間の如何にかかわらず、すべての試験結果はA線とD線の間には存在すると考えることができる。サイクルと養生の組合せが、もしサイクル条件がさらに厳しければ、さらに大きい振巾をくり返しながらDの結果に近づくであろうし、またサイクル条件がゆるやかで養生期間が長ければAの結果に近づくこととなろう。この結果は限られた範囲の試験からのものであるが、実際の気象条件の下でのコンクリートはこれと類似の現象を示していると考えられる。

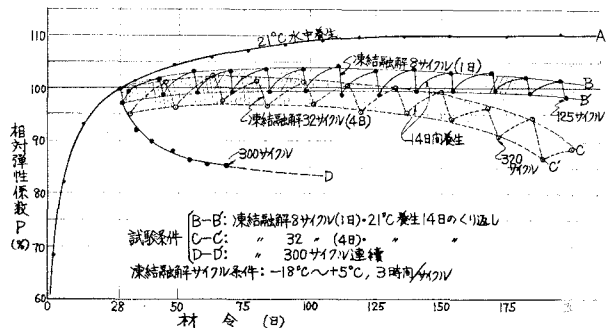


図-5 凍結融解サイクルと養生とをくり返した試験結果における影響

くり返し回数の増加するに従つて減少してゆく傾向にあること、凍結融解サイクル数の多い(4)程測定値の低下が大きいこと、などを知ることができる。図に同時に示してあるAは凍結融解をうけない場合、Dは300サイクルを連続した場合の結果である。もしDの場合の試験条件が最も厳しい場合と考えるならば、凍結融解サイクル条件の如何にかかわらず、またサイクル途中の養生期間の如何にかかわらず、すべての試験結果はA線とD線の間には存在すると考えることができる。サイクルと養生の組合せが、もしサイクル条件がさらに厳しければ、さらに大きい振巾をくり返しながらDの結果に近づくであろうし、またサイクル条件がゆるやかで養生期間が長ければAの結果に近づくこととなろう。この結果は限られた範囲の試験からのものであるが、実際の気象条件の下でのコンクリートはこれと類似の現象を示していると考えられる。